



20 ANOS → MÉDIA ≈ 35

TM-257 DINÂMICA DOS FLUIDOS COMPUTACIONAL – 2015/1

Prova (20 Mai 2015; sem consulta; 13:30 às 15:10 h; aulas 1 a 11)

DIRETRIZES OBRIGATÓRIAS:

- Não use celular, calculadora ou qualquer outro aparelho eletrônico durante a prova.
- A interpretação das questões faz parte da prova.** Portanto, não pergunte nada ao professor durante a prova.
- Coloque em sua prova as definições, equações, deduções, cálculos e explicações ou hipóteses assumidas para resolver cada questão. **Não deixe nada para o professor interpretar ou adivinhar.**
- Essa folha da prova pode ser utilizada como rascunho e levada com você ao concluir a prova.
- Quando concluir a prova, avise ao professor e deixe a folha com suas respostas na mesa que utilizou.**
- A nomenclatura usada nas questões abaixo segue a adotada na apostila da disciplina, a menos que se mencione o contrário.
- Defina todas as variáveis usadas em cada questão, exceto se estiverem definidas no enunciado da questão.**

QUESTÕES: (Esta prova vale 100 pontos. A pontuação de cada questão está indicada entre colchetes.)

- [20 pontos] Qual é a utilidade do **estimador GCI**? Quais dados são necessários para ele ser aplicado?
- [15 pontos] Com base em um campo de velocidades (u) conhecido, resultante da solução numérica de um problema de escoamento entre duas placas planas paralelas que estão a uma distância D entre si, têm comprimento L e largura W , cuja viscosidade é função da temperatura T e as condições de contorno são do tipo Dirichlet, **deduzir uma expressão para obter a solução numérica do fluxo de massa** (M), definido por

$$M = \rho W \int_0^D u(y) dy$$

onde ρ é a massa específica do fluido que é constante. Considerar que a malha é do tipo não uniforme. Utilizar a regra do retângulo para aproximar a integral. Apresentar uma figura mostrando os nós e faces dos volumes envolvidos, bem como seus respectivos símbolos e parâmetros geométricos; **sem figura, não será concedido nenhum ponto a esta questão.**

- [25 pontos] Utilizando o método que incorpora a condição de contorno na integração da equação diferencial (sem volume fictício), obter os **coeficientes e termo fonte de um volume de controle real** cuja face oeste é o contorno do domínio de cálculo e no qual a condição de contorno é do tipo Dirichlet, dada por $T(0) = T_A$. A

equação diferencial é $\frac{d^2T}{dx^2} + \frac{\dot{q}}{k} = 0$, onde k e \dot{q} são constantes. Considerar que a malha é do

tipo uniforme. Usar o esquema CDS-2 no termo difusivo. Apresentar as expressões de tal forma que o coeficiente a_p seja positivo e fique no primeiro membro da equação, separado dos demais coeficientes e termo fonte. Apresentar a equação genérica do sistema, indicando o símbolo de cada coeficiente e sua incógnita bem como o símbolo do termo fonte. Apresentar uma figura mostrando os nós e faces dos volumes envolvidos, bem como seus respectivos símbolos e parâmetros geométricos; **sem figura, não será concedido nenhum ponto a esta questão.**

indicar o contorno

- [25 pontos] Deduzir as expressões dos **coeficientes e termo fonte, para um volume real** da malha, do

seguinte modelo matemático: $\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{dT}{dr} \right) + C = 0$, onde C é uma constante. Considerar a

malha do tipo uniforme. Usar o esquema CDS-2 no termo difusivo. Apresentar as expressões de tal forma que o coeficiente a_p seja positivo e fique no primeiro membro da equação, separado dos demais coeficientes e termo fonte. Apresentar a equação genérica do sistema, indicando o nome de cada coeficiente e sua incógnita bem como o nome do termo fonte. Apresentar uma figura mostrando os nós e faces dos volumes envolvidos, bem como seus respectivos símbolos e parâmetros geométricos; **sem figura, não será concedido nenhum ponto a esta questão.**

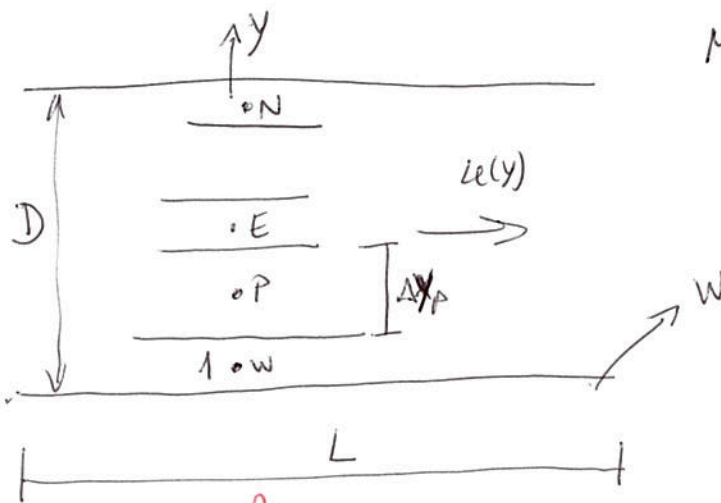
- [15 pontos] Apresentar um **algoritmo** adequado para resolver o problema da questão 4, considerando-se que o sistema de equações é resolvido com o método TDMA.

FAIXA	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100	0 a 100
Nº. de	3	2	3	2	5	3	1	0	1	0	0	20
pts	16	31	70	66	213	150	63	0	86	0	0	695

(1ª) [20 pts]

- 10. O ESTIMADOR GCI É USADO PARA ESTIMAR O ERRO DE DISCRETIZAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO NUMÉRICA.
- 10. PARA APPLICÁ-LO SÃO NECESSÁRIOS:
 - ORDEM ASSINTÓTICA E/OU APARENTE DA APROXIMAÇÃO
 - VARIÁVEL DE INTERESSE OBTIDA EM 3 MALHAS
 - RAZÃO DE REFINO ENTRE AS 3 MALHAS
 - FATOR DE SEGURANÇA

(2ª) [15 pts]

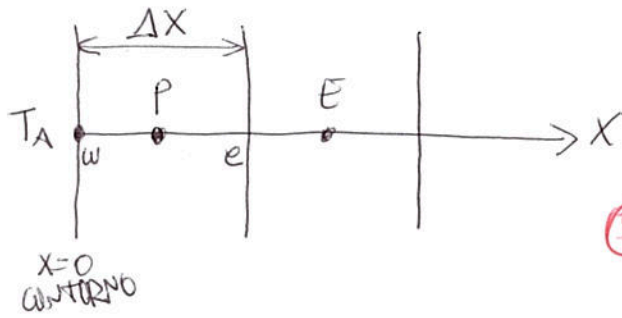


$$M = \rho W \int_0^D u(y) dy$$

$$M = \rho W \sum_{p=1}^N (u_p \Delta y_p) \quad \text{onde } N = n^{\circ} \text{ de volumes reais}$$

3
4
3
3

3a [25 pts]



$$\int_w^e \left(\frac{d^2 T}{dx^2} + \frac{\dot{q}}{k} \right) dx = 0$$

$$\textcircled{5} \left(\frac{dT}{dx} \right)_e - \left(\frac{dT}{dx} \right)_w + \frac{\dot{q}}{k} \Delta X = 0$$

$$\textcircled{5} \frac{(T_E - T_P)}{\Delta X} - \frac{(T_P - T_A)}{\Delta X/2} + \frac{\dot{q}}{k} \Delta X = 0$$

$$\frac{T_E}{\Delta X} - \frac{T_P}{\Delta X} - \frac{2T_P}{\Delta X} + \frac{2T_A}{\Delta X} + \frac{\dot{q}}{k} \Delta X = 0 \quad \times (-1)$$

$$\frac{3T_P}{\Delta X} = \frac{T_E}{\Delta X} + \frac{2T_A}{\Delta X} + \frac{\dot{q}}{k} \Delta X$$

or $\textcircled{3} a_p T_P = a_w T_w + a_e T_e + b_p$

and

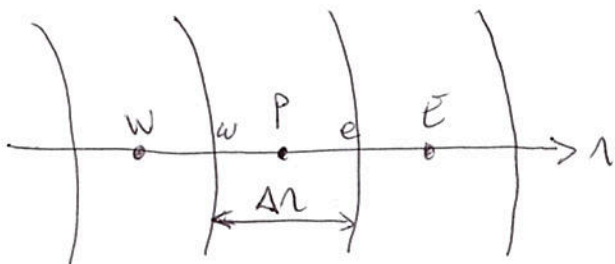
$$\textcircled{3} a_w = 0$$

$$\textcircled{3} a_e = \frac{1}{\Delta X}$$

$$\textcircled{3} a_p = \frac{3}{\Delta X}$$

$$\textcircled{3} b_p = \frac{2T_A}{\Delta X} + \frac{\dot{q}}{k} \Delta X$$

4^a [25 pts]



$$\frac{1}{\lambda} \frac{d}{dx} \left(\lambda \frac{dT}{dx} \right) + C = 0 \quad \times \lambda$$

$$\int_{\lambda_w}^{\lambda_e} \left[\frac{d}{dx} \left(\lambda \frac{dT}{dx} \right) + C \lambda \right] dx = 0$$

$$\textcircled{5} \left(\lambda \frac{dT}{dx} \right)_e - \left(\lambda \frac{dT}{dx} \right)_w + C \lambda_p \Delta x = 0$$

$$\textcircled{5} \frac{\lambda_e (T_e - T_p)}{\Delta x} - \frac{\lambda_w (T_p - T_w)}{\Delta x} + C \lambda_p \Delta x = 0 \quad \times (-1)$$

$$-\frac{\lambda_e T_e}{\Delta x} + \frac{\lambda_e T_p}{\Delta x} + \frac{\lambda_w T_p}{\Delta x} - \frac{\lambda_w T_w}{\Delta x} - C \lambda_p \Delta x = 0$$

ou

$$\textcircled{3} a_p T_p = a_w T_w + a_e T_e + b_p$$

onde

$$\textcircled{3} a_w = \frac{\lambda_w}{\Delta x}$$

$$\textcircled{3} a_e = \frac{\lambda_e}{\Delta x}$$

$$\textcircled{3} a_p = a_w + a_e$$

$$\textcircled{3} b_p = C \lambda_p \Delta x$$

- sem direção $\lambda = -5$ na figura
- Δx variável = -5
- C " = -5
- sem defini $\Delta x = -5$ na figura

5^a [15 pts]

- ① Ler os dados
- ② gerar a malha (Δx , λ_e , λ_p)
- ③ calcular os coeficientes e fontes
- ④ Resolver T_p com TDMA
- ⑤ Pós-processamento

Cada passo = 3

com ciclo = -7